vnf
Voies navigables de France

Guide

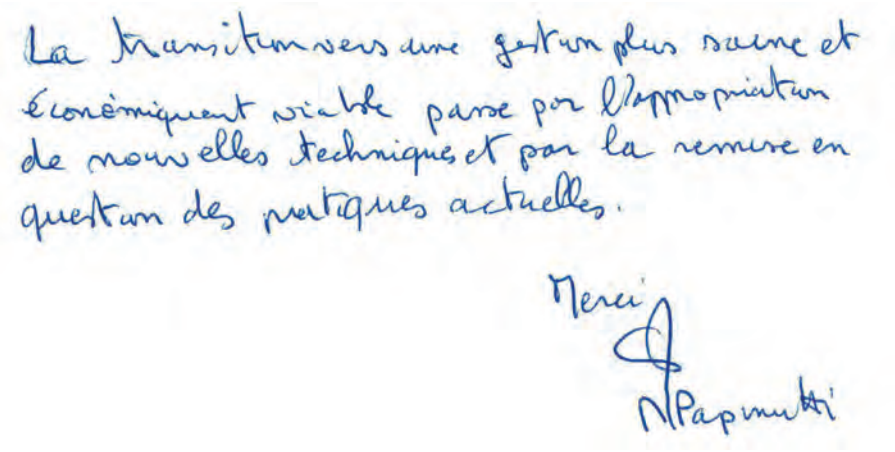
Techniques alternatives de désherbage et de maîtrise de la végétation

Techniques préventives de désherbage
Techniques curatives de désherbage
Techniques de maîtrise de la végétation

Édition 2014

www.vnf.fr

Fruit d'un travail amorcé depuis plusieurs années, l'établissement a atteint fin 2013, l'objectif d'entretenir le réseau navigable sans usage de produits phytosanitaires. **Ce résultat, vous y avez TOUS contribué !**
La généralisation de ces techniques d'entretien sans produit chimique constitue un véritable changement dans nos pratiques.
Cette publication est un recueil des techniques que vous avez expérimentées et éprouvées. Elle doit vous permettre de capitaliser, partager les données techniques et préconisations de mise en oeuvre.


La transition vers une gestion plus saine et
économiquement viable passe par l'appropriation
de nouvelles techniques et par la remise en
question des pratiques actuelles.
Merci
N Papinutti

Le présent document constitue un support technique pratique destiné aux agents VNF, aux concepteurs de cahiers des charges pour les travaux d'entretien, mais également aux prestataires (entreprises spécialisées) ou partenaires (collectivités, associations, ...) auxquels VNF peut déléguer ou confier des missions d'entretien du domaine public fluvial. En capitalisant les données essentielles des principales techniques de désherbage et de maîtrise de la végétation, ce guide doit faciliter le choix des techniques adéquates et leurs mises en œuvre.

Le document est structuré selon les trois rubriques suivantes :

- **Techniques préventives de désherbage**, c'est-à-dire les méthodes empêchant la végétation de pousser :
  - Paillage
  - Plantes couvre-sols et prairies fleuries

- **Techniques curatives de désherbage**, c'est-à-dire les méthodes détruisant la végétation par des moyens non chimiques :
  - Désherbage thermique à flamme directe
  - Désherbage thermique par infrarouge
  - Désherbage thermique à eau/vapeur/mousse
  - Désherbage mécanique par brossage ou par hersage
  - Désherbage mécanique à eau haute pression

- **Techniques de maîtrise de la végétation**, c'est-à-dire les méthodes permettant de réguler la pousse de la végétation :
  - Eco-pâturage

Une mise à jour régulière et concertée permettra d'intégrer les dernières connaissances ou retours d'expérience en terme de gestion et d'entretien de la végétation.

RÉDACTION
Grégory DECOSTER – VNF Siège - Emmanuel JUNGMANN – DT Nord-Est - Delphine GUETTIER – DT Nord-Est
Patrice FAVRELLE – DT Nord-Pas de Calais - Emilie COLLET – DT Sud-Ouest - Nicolas LE BAIL – DT Bassin de la Seine

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES
VNF/DT Sud-Ouest - VNF/DT Nord-Est - Fotolia - Sarl Poget

MISE EN PAGE ET IMPRESSION
Direction de la communication - Pôle Technique

Paillage

PRINCIPE GÉNÉRAL

Le paillage est une technique qui consiste à recouvrir le sol de matériaux organiques, minéraux, plastiques ou autres, afin d'empêcher la pousse de la végétation spontanée en la privant de lumière et d'espace. Il permet également de limiter l'évapotranspiration donc de réduire l'arrosage, de favoriser le développement d'une faune bactérienne et terrestre (vers de terre par exemple) bénéfique pour l'enrichissement du substrat. La décomposition du paillis végétal permet également un enrichissement du sol en matière organique.
Les différentes techniques de paillage présentées sont les plus couramment pratiquées. D'autres matériaux pourront être mise en œuvre en fonction des résultats des expérimentations. La condition primordiale à la réussite d'un paillage est la préparation du sol : il doit être parfaitement désherbé au préalable. Cette technique peut être employée autour des arbres d'alignements, des haies, des massifs, en pied de talus, aux pieds des panneaux de signalisation, etc…

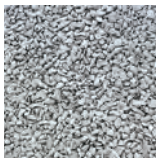
PAILLAGE VÉGÉTAL

Le paillage végétal est basé sur l'emploi de matière organique végétale, qui peut provenir directement des rémanents de travaux d'entretien (fauche, tonte, élagage) ou qui peut être achetée sous diverses formes (copeaux de bois, écorces, …) dans le commerce.
En plus de limiter la propagation des herbes indésirables, le paillage végétal absorbe l'eau, évite le dessèchement de la terre, permet la protection de la microfaune du sol et apporte de la matière organique en se décomposant.

	Copeaux de bois	Ecorces	Produits de tonte	Feuilles mortes
Mise en œuvre	Récupérer les branches issues de travaux d'entretien d'arbres ou d'arbustes et les déchiqueter au broyeur. Désherber préalablement la zone à couvrir et réaliser un léger décaissement (cuvette) afin d'éviter le déplacement du paillage par les animaux, le ruissellement ou encore le vent.	Désherber préalablement la zone à couvrir et réaliser un léger décaissement (cuvette) afin d'éviter le déplacement du paillage par les animaux, le ruissellement ou encore le vent	Faire sécher le produit de tonte quelques jours avant la mise en place. Désherber préalablement la zone à couvrir et réaliser un léger décaissement (cuvette) afin d'éviter le déplacement du paillage par les animaux, le ruissellement ou encore le vent.	Désherber préalablement la zone à couvrir et réaliser un léger décaissement (cuvette) afin d'éviter le déplacement du paillage par les animaux, le ruissellement ou encore le vent.
Épaisseur conseillée	8 -10 cm	8 -10 cm	8 -10 cm	8 -10 cm
Durée de vie	2 à 4 ans	2 à 4 ans	Quelques semaines	Quelques semaines
Coût	Nul, hors coût de location ou d'achat du broyeur + consommation de carburant	4 à 8 euros HT /m2	Nul	Nul
+	Valorisation des « déchets » de taille Bon aspect esthétique Stabilité au vent	Bon aspect esthétique Stabilité au vent	Valorisation des « déchets » de coupe	Valorisation d'un « déchet vert »
-	-	Assez coûteux	Durée de vie courte Envol du paillage	Durée de vie courte Envol du paillage

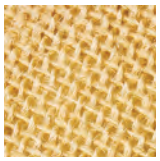
PAILLAGE MINÉRAL

La gamme des matériaux permettant de réaliser un paillage minéral est très large : graviers, galets, schiste, ardoise, … Le paillage minéral est durable mais il n'apporte aucune matière organique au sol. Filtrant, il laisse passer l'eau et ne la retient pas. Les minéraux restituent la nuit la chaleur absorbée dans la journée et diminuent le risque de gelée nocturne. Il est également adapté pour des zones venteuses, car le poids des matériaux permet une excellente tenue en place.

	Pouzzolane	 Galets et graviers	Ardoise	Schiste	Briques et/ou tuiles concassés
Mise en œuvre	Désherber préalablement la zone à couvrir. Il est préférable pour les paillis les plus fins de les isoler de la terre par une bâche tissée afin d'éviter l'enfouissement. Effectuer la mise en place avec précaution pour ne pas abîmer la végétation existante.				
Epaisseur conseillée	4 cm sur bâche ou 6 à 8 cm sur sol nu				
Durée de vie	+ de 10 ans				
Coût	2 à 5 euros HT /m^2				
+	Durabilité Aspect esthétique Recyclage possible d'un déchet (pour les tuiles, briques, ardoises, ...)				
-	Manipulation lourde et difficile Coûteux				

PAILLAGE PAR BÂCHES OU TOILES

L'utilisation des bâches plastiques ou toiles tissées synthétiques ou végétales est un autre moyen de lutter contre le développement de la végétation spontanée et de favoriser la croissance des plantations On distingue les bâches en polyéthylène (bâches noires), couramment utilisées en agriculture, les toiles tissées en polypropylène, couramment utilisées dans les aménagements urbains et dans les parcs et jardins et les toiles tissées végétales. Elles ne sont pas toujours faciles à mettre en place mais elles demeurent néanmoins très efficaces pour prévenir la pousse des herbes non désirées. Les toiles végétales sont biodégradables, contrairement aux bâches et toiles tissées synthétiques qui doivent être retirées après la période d'usage ou remplacées.

	Bâches plastiques	Toiles tissées	 Feutres végétaux
Mise en œuvre	Désherber et niveler préalablement la zone à couvrir. L'installation doit être effectuée avant plantation. La bonne tenue du dispositif nécessite une mise en place minutieuse c'est-à-dire bien tendre la bâche/toile et la maintenir au sol à l'aide d'agrafes adaptées.		
Durée de vie	+ de 5 ans	+ de 5 ans	2 à 5 ans
Coût	0,5 euro HT /m^2	1 euro HT /m^2	1 à 4 euros HT /m^2
+	Efficacité sur la pousse de la végétationspontanée Destruction de la microfaune du sol à cause de l'absence d'échanges entre le sol et l'extérieur	Efficacité sur la pousse de la végétation spontanée Destruction de la microfaune du sol à cause de l'absence d'échanges entre le sol et l'extérieur	Perméable à l'eau Enrichissement du sol durant sa dégradation naturelle
-	Aspect esthétique discutable Fragilité	Assez coûteux	Durée de vie courte Envol du paillage

Plantes couvre-sols et prairies fleuries

PRINCIPE GÉNÉRAL

Le recours aux plantes couvre-sols ou aux prairies fleuries est une bonne manière pour occuper un espace que l'on souhaite mettre en valeur tout en diminuant considérablement l'entretien.

Elles peuvent notamment être utilisés pour couvrir des espaces difficiles d'accès comme des talus enherbés, occuper la surface dans des massifs d'arbustes, s'installer aux pieds d'arbres ou de haies ou sur toute zone que l'on cherche à recouvrir de végétation.

PLANTES COUVRE-SOLS

Une plante couvre-sol doit posséder un feuillage dense et tapissant, vivre longtemps avec un minimum d'entretien et s'étaler mais sans être trop envahissante. Elle doit supporter d'être installée au pied d'arbres et arbustes.

Les plantes vivaces rustiques et robustes répondant à ces critères sont à privilégier. Le choix des plantes est à effectuer en tenant compte des conditions pédologiques (sols secs ou humides, sols calcaires ou acides, etc…) et climatiques (zone ensoleillée ou ombragée). Les espèces végétales couvre-sols sont nombreuses laissant ainsi la possibilité de réaliser des aménagements variés et fleuris sur une grande partie de l'année. Les espèces les plus répandues sont :

Millepertuis
Hypericum perforatum
20-30 cm
Floraison : juin – octobre
Tous types de sols
Zone semi-ombragée à ensoleillée

Petite pervenche
Vinca minor
30 cm
Floraison : avril – juin
Sols calcaires
Zone ombragée à semi-ombragée

Lierre
Hedera helix
30-40 cm
Feuillage vert persistant
Sols secs
Zone ombragée à semi-ombragée

Nepeta
Nepeta mussinii
30 cm
Floraison : avril - septembre
Sols secs
Zone ensoleillée

et aussi : Alchemille (Alchemilla mollis), Consoude naine (Symphitum grandiflorum), Géranium vivace (Geranium macrorhyzum), Géranium herbe-à-Robert (Geranium robertianum), Anémone des bois (Anemone nemorosa), Anémone fausse renoncule (Anenome ranunculoides), Lamier (Lamium maculatum), Bruyère (Erica darleyensis), Vesce cracca (Vicia cracca), Véronique petit chêne (Veronica chamaedrys), Trolle d'europe (Trollius europaeus), …

Mise en oeuvre	Les plantations peuvent être effectuées au printemps ou à l'automne. ▪ Désherber préalablement la surface ▪ Travailler la terre sur une profondeur de 30 cm ▪ Disposer un plant tous les 30 cm environ ▪ Epandre, entre les plants un paillis ▪ Arroser jusqu'à reprise complète des plantes ▪ Pendant les deux premières années, sarcler et désherber si besoin autour des plantes jusqu'à ce qu'elles forment un véritable tapis. ▪ Tailler sévère (si besoin) tous les 3 ans environ
Coût	A partir de 1€ le plant
+	Esthétique Naturel et propice au développement de la biodiversité Durable
-	Entretien éventuel de certaines plantes Efficacité non immédiate

PRAIRIES FLEURIES

Les prairies fleuries sont des milieux ouverts composés de graminées et de plantes à fleurs. Elles sont très proches des pelouses mais s'en différencient par la composition floristique et la hauteur de la végétation qui peut atteindre 60 à 80 cm. Outre leur valeur ornementale, les praires fleuries constituent des zones de refuge, d'alimentation et de reproduction pour la faune et en particulier pour les insectes pollinisateurs, apicoles et auxiliaires (vers de terre par exemple). Elles constituent ainsi de véritables réserves de biodiversité. Elles peuvent être aménagées aux abords des ouvrages, en bordure de chemin de halage, etc… et sont entretenues annuellement par fauchage.

Mise en oeuvre	A partir d'un sol nu, la méthode consiste en l'apport de semences soit en étalant du foin provenant de prairies fleuries, soit en effectuant un ensemencement. Le choix des espèces végétales est très important, il faut impérativement des espèces locales adaptées, qui peuvent recoloniser le milieu de manière spontanée. L'ensemencement est à effectuer au printemps ou à l'automne selon le type de mélange. ▪ Griffer le sol sur une profondeur maximum de 15 cm ▪ Semer régulièrement sur toute la surface (densité de 3 à 8 g / m2 selon le mélange) ▪ Ratisser légèrement et rouler le sol ▪ Arroser d'une pluie fine sans ruissellement
Coût	Mélange de semences : à partir de 65 € HT / kg soit environ 0,32 € HT / m^2
+	Esthétique Naturel et propice au développement de la biodiversité Ruissellement limité en favorisant l'infiltration de l'eau de pluie et sa rétention par la végétation
-	Mise en œuvre délicate Entretien annuel nécessaire

Désherbage mécanique à eau haute pression

PRINCIPE GÉNÉRAL

Pour cette technique très particulière de désherbage, c'est l'action de l'eau projetée à très haute pression (supérieure à 250 bars) sur une surface dure qui permet à la fois un démoussage/désherbage et décapage de la zone traitée. L'intervention est réalisable de manière manuelle à l'aide d'une lance/d'un pistolet de projection ou de manière mécanisé à l'aide d'un chariot-cloche abritant une série de buses rotatives.

DESCRIPTION DU MATERIEL

	Désherbage mécanique à eau haute pression : lance	Désherbage mécanique à eau haute pression : chariot-cloche à buses rotatives
Illustrations		
Matériel	• Nettoyeur très haute pression (électrique ou thermique) délivrant une pression de service supérieure à 250 bars • Groupe électrogène (si nettoyeur électrique + pompe) • Flexible (10 à 15 m) • Lance ou pistolet de projection avec buses interchangeables ou non • Cuve à eau + pompe ou pompe + filtration	• Nettoyeur très haute pression (électrique ou thermique) délivrant une pression de service supérieure à 250 bars • Groupe électrogène (si nettoyeur électrique + pompe) • Flexible (10 à 15 m) • Chariot-cloche avec buses rotatives • Cuve à eau + pompe ou pompe + filtration
Transport	Sans la cuve à eau, le matériel est transportable dans un véhicule utilitaire léger (VUL de type Renault Kangoo). Avec la cuve à eau, une remorque ou un camion utilitaire avec plateau est nécessaire.	Sans la cuve à eau, le matériel est transportable dans un véhicule utilitaire léger (VUL de type Renault Kangoo). Avec la cuve à eau, une remorque ou un camion utilitaire avec plateau est nécessaire.

CARACTÉRISTIQUES

Rendement	100-200 m²/heure	600 m²/heure
Consommable	Essence Eau	Essence Eau
Consommation	Essence : 5 litres/heure Eau : 500-1500 litres/heure	Essence : 5 litres/heure Eau : 500-1500 litres/heure
Coût du matériel	Nettoyeur très haute pression + équipements annexes : 1 000 à 2 000 € HT	Nettoyeur très haute pression + équipements annexes : 1 000 à 2 000 € HT Chariot-cloche : 1 000 à 1 500 € HT
Coût de prestation	1 600 € HT/jour	1 600 € HT/jour
Nombre de passages annuels	0.3	0.3

MISE EN ŒUVRE ET CONDITIONS D'APPLICATION

Surfaces perméables		Surfaces imperméables	
		Enrobés	x
		Surfaces à joints (pavés, briques, pierres, ...)	x
Surfaces gravillonnées stabilisées	-	Surfaces bétonnées	x

				Remarques
X	X	X	Faible à fort	Les conditions météorologiques n'influent pas l'efficacité du traitement.

MODE D'EMPLOI ET PRÉCAUTIONS D'USAGE

Mode d'emploi	Précautions d'usage
Ouvrir l'alimentation d'eau et démarrer le moteur. Actionner la manette de la poignée-pistolet et régler le type de jet souhaité. Régler la pression d'utilisation et le débit à la poignée-pistolet, tournant le régulateur de pression/de débit (+/-). Attention : Toujours diriger le jet haute pression sur l'objet ou la surface à traiter tout d'abord à bonne distance afin d'éviter tout dommage provoqué par une pression trop élevée.	1. Se référer à la notice d'utilisation et d'entretien du matériel. Celle-ci donne des informations sur la façon d'allumer l'appareil, les vérifications à faire au préalable, les consignes à respecter lors de son utilisation, l'entretien à réaliser sur le matériel 2. Avant le travail, il est indispensable de se familiariser avec le fonctionnement du matériel et ses éléments de réglages. Il faut apprendre en particulier à éteindre rapidement le moteur en cas d'urgence. 3. Durant le travail, les projections peuvent être importantes : il est indispensable de s'assurer qu'aucune personne ne se trouve dans la zone de projection. 4. Respecter les exigences du plan de prévention (port des équipements de protection individuel appropriés, signalisation, etc...) 5. Durant l'hiver, il faut veiller à ce que l'appareil soit bien vidangé. L'eau contenue dans la cuve ou les tuyaux peut endommager l'appareil en gelant.

EVALUATION GÉNÉRALE ET PRÉCONISATION D'UTILISATION POUR L'ENTRETIEN DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL

+	-
Nombre de passages très réduit Rendement important avec le chariot-cloche	Spécificité des surfaces Dégradation des joints sur les surfaces maçonnées Forte consommation d'eau

En agissant de manière directe par arrachage/déchiquetage de la végétation, le désherbage à eau haute pression est efficace pour décaper les surfaces imperméables rigides recouvertes d'une végétation composée de mousses, d'herbes et de plantes basses.
Cette technique doit souvent s'accompagner d'un ramassage manuel des herbes et des déchets végétaux.

Désherbage mécanique par brossage ou par hersage

PRINCIPE GÉNÉRAL

Pour le désherbage mécanique par brossage, un appareil/outil porté, poussé par l'utilisateur, tracté ou encore fixé à un bras d'épareuse et muni d'une ou plusieurs brosses rotatives décape la couche superficielle de la surface traitée. Les plantes sont également arrachées.

Pour le désherbage mécanique par hersage, un appareil/outil tracté munis de herses rotatives déracine les plantes en décompactant la couche superficielle du sol.

DESCRIPTION DU MATERIEL

	Désherbage mécanique par brossage : modèles portés (sur débroussailleuse) ou modèles poussés	Désherbage mécanique par brossage : modèles tractés ou **fixés à un bras d'épareuse**	Désherbage mécanique par hersage : modèles poussés par **l'utilisateur ou tractés**
Illustrations			
Matériel	Modèles portés : débroussailleuse équipée d'un outil muni de brosses métalliques Modèles poussés : motoculteur équipé de brosses métalliques	Outil tracté ou fixé à un bras d'épareuse et muni d'une ou plusieurs brosses.	Herses + compacteur finisseur + filet métallique ou brosse de finition. L'ensemble est mis en action par un motoculteur (modèles poussés) ou un tracteur (modèles tractés).
Transport	Le matériel est transportable de site en site avec un véhicule utilitaire léger (type Renault Kangoo) ou une remorque. Le matériel adapté sur motoculteur nécessite des rampes pour le déchargement.	Le matériel est déplaçable de site en site avec le tracteur.	Le matériel poussé est transportable de site en site avec un véhicule utilitaire léger (type Renault Kangoo) ou une remorque. Des rampes sont nécessaires pour le déchargement. Le matériel tracté est déplaçable de site en site avec le tracteur.

CARACTÉRISTIQUES

Rendement	Modèles portés : 500 m²/heure Modèles poussés : 1 000 m²/heure	3000 à 8000 m²/heure	5000 m²/heure
Consommable	Essence ou gasoil	Gasoil	Essence ou gasoil
Consommation	3 à 5 litres/heure	6 litres/heure (consommation du tracteur)	3 à 5 litres/heure (pour les modèles poussés) 6 litres/heure (consommation du tracteur)
Coût du matériel	Modèles portés : 300 à 400 € HT pour les outils adaptables sur une débrousailleuse + 20 € HT pour les brosses. Modèles poussés : 3 000 à 5 000 € HT	Modèle fixé sur bras d'épareuse : 4 500 à 5 500 € HT (selon le diamètre de la brosse)	Modèles poussés : 3 000 à 5 000 € HT Modèles tractés : 10 000 à 15 000 € HT
Coût de prestation	-	-	550 à 1200 €/jour
Coût global moyen	0,50 à 1 € / m²		
Nombre depas-sages annuels	2	2	2

MISE EN ŒUVRE ET CONDITIONS D'APPLICATION

Surfaces perméables		Surfaces imperméables	
		Enrobés	Brossage
		Surfaces à joints (pavés, briques, pierres, …)	Brossage
Surfaces gravillonnées stabilisées	Hersage	Surfaces bétonnées	Brossage

				Remarques
X	X		Faible à fort	Pour le hersage, il est préférable d'intervenir par temps sec pour éviter la repousse des plantes déracinées et favoriser leur desséchement.

MODE D'EMPLOI ET PRÉCAUTIONS D'USAGE

Mode d'emploi	Précautions d'usage
Le brossage est à utiliser uniquement sur des surfaces imperméables et dures. La vitesse d'avancement et la rotation des brosses sont à adapter en fonction du taux d'enherbement de la surface. Vérifier l'usure des brosses et effectuer les changements nécessaires pour garantir l'efficacité. Le hersage est à utiliser uniquement sur des surfaces perméables et meubles. Les herses peuvent être réglées pour atteindre une profondeur plus ou moins importante (de l'ordre 1 à 2 cm). Ce réglage est à faire en fonction de la profondeur du système racinaire des plantules et du type de surface.	1. Se référer à la notice d'utilisation et d'entretien du matériel. Celle-ci donne des informations sur la façon d'allumer l'appareil, les vérifications à faire au préalable, les consignes à respecter lors de son utilisation, l'entretien à réaliser sur le matériel 2.. Avant le travail, il est indispensable de se familiariser avec le fonctionnement du matériel et ses éléments de réglages. Il faut apprendre en particulier à éteindre rapidement le moteur en cas d'urgence. 3. Durant le travail, les projections peuvent être importantes : il est indispensable de s'assurer qu'aucune personne ne se trouve dans la zone de projection. 4. Respecter les exigences du plan de prévention (port des équipements de protection individuel appropriés, signalisation, etc…)

EVALUATION GÉNÉRALE ET PRÉCONISATION D'UTILISATION POUR L'ENTRETIEN DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL

+	-
Rendement important Nombre de passages réduit Consommation réduite Mise en œuvre aisée Déplacement de site à site rapide	Spécificité des surfaces Usure des brosses Dégradation des surfaces et des joints

En agissant de manière directe par arrachage/déchiquetage des plantules, le brossage est efficace pour décaper les surfaces imperméables recouvertes d'une végétation composée de mousses, d'herbes et de plantes basses reposant sur une litière et de l'humus peu épais (1 à 3 cm).
Le brossage sur débroussailleuse est à réserver sur des surfaces imperméables. il est efficace avec un rendement important. Le matériel est peu couteux, peu encombrant et facile à adapter sur la débrousailleuse.
Le matériel de brossage poussé par l'utilisateur est particulièrement adapté et efficace pour les bordures.
Le brossage doit souvent s'accompagner d'un ramassage des herbes et des déchets végétaux.

La technique par hersage est rapide et efficace mais elle est à réserver à de grandes surfaces sur terrains stabilisés, gravillonnés. Lorsque la granulométrie est trop diversifiée avec des pierres de différentes tailles, la technique s'avère moins pertinente.

Désherbage thermique à eau/vapeur/mousse

PRINCIPE GÉNÉRAL

De l'eau est chauffée puis appliquée sous forme liquide, gazeuse ou de mousse (obtenue par ajout d'un additif) sur les parties aériennes des plantules à éliminer. Les protéines végétales coagulent, la chaleur dès 70 °C cause l'expansion du liquide intracellulaire et l'éclatement des cellules végétales. La plantule se dessèche et meurt au bout de quelques heures.
On distingue donc les désherbeurs thermiques à eau chaude, à vapeur d'eau et à mousse chaude.

DESCRIPTION DU MATERIEL

	Désherbage thermique à eau chaude	Désherbage thermique à vapeur d'eau	Désherbage thermique à mousse chaude
Illustrations			
Matériel	▪ 1 groupe électrogène ▪ 1 chaudière ▪ 1 tuyau de 10 mètres + lance d'application (monobuse ou rampe à roulettes 2/4 buses) ▪ 1 cuve à eau (capacité variable de 300 à 3000 litres selon transport)	▪ 1 chaudière ▪ 1 groupe électrogène (si nécessaire) ▪ 1 ou 2 tuyau(x) de 12 mètres (possibilité de raccord de 12 mètres supplémentaires) + 1 ou 2 lances d'application (monobuse ou rampe à roulettes 2/4 buses) ▪ 1 cuve à eau 200 litres	▪ 1 chaudière ▪ 1 groupe électrogène ▪ 1 ou 2 tuyau(x) + 1 ou 2 lance(s) d'application ▪ 1 cuve à eau (capacité variable de 1000 à 3000 litres selon transport) ▪ Additif à base de noix de coco et d'amidon de maïs
Transport	Avec la cuve à eau, une remorque ou un camion utilitaire avec plateau est nécessaire pour le transport de l'ensemble du matériel.	Avec la cuve à eau, le matériel est transportable dans un véhicule utilitaire léger (de type Renault Kangoo).	Avec la cuve à eau, une remorque ou un camion utilitaire avec plateau est nécessaire pour le transport de l'ensemble du matériel.

CARACTÉRISTIQUES

Température (en sortie de lance)	90 à 95 °C	95 à 120 °C	80°C
Pression (en sortie de lance)	3,5 bars	0,5 à 1 bar	0,5 à 1 bar
Rendement	250 m²/heure/lance	250 m²/heure/lance 400 m²/heure/chariot	400 m²/heure/lance
Consommable	Gasoil (pour la chaudière) + eau	Gasoil (pour la chaudière) + eau	Gasoil (pour la chaudière) + eau + additif
Consommation	Gasoil : 4 à 8 litres/heure Eau : 350 à 500 litres/heure	Gasoil : 4 à 5 litres/heure Eau : 50 à 75 litres/heure	Gasoil : 4 à 6 litres/heure Eau : 500 litres/heure Additif : 0,5 litre/heure
Coût du matériel	10 000 à 20 000 € HT avec options sans cuve ni remorque	10 000 € HT sans cuve ni remorque	30 000 à 35 000 € HT
Coût complémentaire	-	-	Additif : 7 € HT/litre
Coût de prestation	600 à 900 € HT/jour	600 à 1000 € HT/jour	1000 € HT/jour avec location d'un camion 10 tonnes équipé d'une cuve 3000 litres + 2 lances + additif + 2 personnes (pendant 8 heures)
Nombre de passages annuels	3	3	3

MISE EN ŒUVRE ET CONDITIONS D'APPLICATION

Surfaces perméables		Surfaces imperméables	
		Enrobés	X
		Surfaces à joints (pavés, briques, pierres, ...)	X
Surfaces gravillonnées stabilisées	X	Surfaces bétonnées	X

				Remarques
X	X		Faible à modéré	Le désherbage thermique à eau est moins efficace sur des revêtements très humides et froids.

MODE D'EMPLOI ET PRÉCAUTIONS D'USAGE

Mode d'emploi	Précautions d'usage
L'application de l'eau chaude, vapeur ou mousse doit être effectuée directement sur la végétation. L'intervention doit être effectuée au stade plantule (1 à 3 feuilles). Il faut au moins 1 seconde de contact à plus de 70 °C sur l'ensemble du système aérien végétal pour le détruire. Avec l'eau chaude et la vapeur, le choc thermique est quasi immédiat (1 seconde). Avec la mousse chaude, l'application de celle-ci autour de la végétation doit créer un choc thermique pendant au moins 3 secondes.	1. Se référer à la notice d'utilisation et d'entretien du matériel. Celle-ci donne des informations sur la façon d'allumer l'appareil, les vérifications à faire au préalable, les consignes à respecter lors de son utilisation, l'entretien à réaliser sur le matériel 2. Avant le travail, il est indispensable de se familiariser avec le fonctionnement du matériel et ses éléments de réglages. Il faut apprendre en particulier à éteindre rapidement la chaudière en cas d'urgence. 3. Le risque de brûlure est important pour les applicateurs qui doivent impérativement porter des gants de travail résistant à la chaleur ainsi que des bottes ou des chaussures de sécurité étanches. 4. Respecter les exigences du plan de prévention (port des équipements de protection individuelle appropriés, signalisation, etc...) 5. Durant l'hiver, il faut veiller à ce que l'appareil soit bien vidé. L'eau contenue dans la cuve ou les tuyaux pour endommager l'appareil en gelant.

EVALUATION GÉNÉRALE ET PRÉCONISATION D'UTILISATION POUR L'ENTRETIEN DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL

+	-
Consommation d'eau faible (pour la vapeur d'eau uniquement) Encombrement réduit (pour la vapeur d'eau uniquement) Utilisation polyvalente	Forte consommation d'eau (pour l'eau chaude et la mousse chaude) Encombrement (pour l'eau chaude et la mousse chaude) Coût élevé d'acquisition du matériel et d'entretien

Le désherbeur thermique à eau chaude est efficace sur les surfaces imperméables. Sur les surfaces gravillonnées, la technique peut avoir un effet de décapage non voulue lié à la pression de sortie.
Le désherbeur thermique à vapeur est efficace sur toutes les surfaces imperméables. L'encombrement est réduit car le matériel peut être transporté dans un véhicule utilitaire léger (type Renault Kangoo).
Le désherbeur thermique à mousse chaude est efficace sur les surfaces imperméables. La technique permet notamment de travailler dans une configuration en pente. L'encombrement est important, mais le rayon d'action est important grâce une portée de lance de 30 mètres.

Désherbage thermique à flamme directe

PRINCIPE GÉNÉRAL

La partie aérienne de la plante est mise en contact avec une flamme (d'une température comprise entre 900°C et 1400°C, selon les modèles) afin de créer un choc thermique. Les protéines végétales coagulent, la chaleur (dès 70°C) cause l'expansion du liquide intracellulaire et l'éclatement des cellules végétales de la plante. La plante se dessèche et meurt au bout de quelques heures.

Dans les désherbeurs thermiques à flamme directe, on distingue les modèles portatifs (sur dos) à lance unique ou sur chariot 2 roues à lance unique.

DESCRIPTION DU MATERIEL

	Modèles sur chariot 2 roues à lance unique	Modèles à dos
Illustrations		
Matériel	• 1 châssis avec 2 roues et prolongé par une poignée • 1 bouteille de gaz propane (rarement butane), de 5kg ou 13kg, selon les modèles • 1 tuyau+ 1 lance d'allumage (avec brûleur simple ou double) • allumage piézo-électrique ou allumage briquet avec ou sans veilleuse réglable sur brûleur • puissance de flamme réglable	• 1 harnais • 1 bouteille de gaz propane (rarement butane), de 5kg (parfois 3kg) • 1 tuyau+ 1 lance d'allumage (avec brûleur simple ou double) • allumage piézo-électrique ou allumage briquet avec ou sans veilleuse réglable sur brûleur • puissance de flamme réglable
Transport	Le matériel est transportable de site en site avec un véhicule utilitaire léger (type Renault Kangoo).	Le matériel est transportable de site en site avec un véhicule utilitaire léger (type Renault Kangoo).

CARACTÉRISTIQUES

Rendement	400 m²/heure	200 m²/heure
Vitesse de travail	+/- 2 km/h	+/- 2 km/h
Consommable	Bouteille propane (rarement butane) de 5 ou 13 kg de gaz (soit un poids total bouteille de 12,5 ou 27,5kg)	Bouteille propane (rarement butane) de 3 ou 5 kg de gaz (soit un poids total bouteille de 8 ou 12,5kg)
Coût du consommable	30 € TTC pour la charge de gaz en propane ou butane d'une bouteille de 13kg (prix indicatif hors consigne de la bouteille)	30 € TTC pour la charge de gaz en propane ou butane d'une bouteille de 13kg (prix indicatif hors consigne de la bouteille)
Coût du matériel	200 à 1 000 € HT	100 à 400 € HT
Nombre de passages annuels	3 à 5	3 à 5

MISE EN ŒUVRE ET CONDITIONS D'APPLICATION

Surfaces perméables		Surfaces imperméables	
		Enrobés	x
		Surfaces à joints (pavés, briques, pierres, ...)	x
Surfaces gravillonnées stabilisées	x	Surfaces bétonnées	x

				Remarques
X	X		Faible à modéré	Etre vigilant sur les risques d'incendie notamment durant les périodes de sécheresse ou de grandes chaleurs.

MODE D'EMPLOI ET PRÉCAUTIONS D'USAGE

Mode d'emploi	Précautions d'usage
Passage de la cloche sur la plante avec une durée d'exposition de 1 seconde minimum. Inutile de brûler la plante avec une exposition longue. C'est une perte de temps et d'énergie ! Pour tester l'efficacité de l'opération presser une feuille entre deux doigts, une empreinte doit apparaitre. La plante donne généralement l'impression de faner et fonce au bout d'1/4 heure. Au bout de 2-3 jours, la plante est complétement desséchée.	1. Se référer à la notice d'utilisation et d'entretien du matériel. Celle-ci donne des informations sur la façon d'allumer l'appareil, les réglages de pression à réaliser et les vérifications (état des tuyaux et sertissages) à faire au préalable, les consignes à respecter lors de son utilisation, l'entretien à réaliser sur le matériel (changement des flexibles, nettoyage des brûleurs, etc.)... 2. Etre vigilant sur les risques d'incendie notamment durant les périodes de sécheresse ou de grandes chaleurs et s'équiper d'un extincteur. 3 .Ne pas utiliser l'appareil lorsque le vent est important. 4. Bien baliser la zone de traitement. 5. Respecter les exigences du plan de prévention (port des équipements de protection individuel appropriés, signalisation, etc...)

EVALUATION GÉNÉRALE ET PRÉCONISATION D'UTILISATION POUR L'ENTRETIEN DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL

+	-
Investissement faible Utilisation simple et immédiate Facilement transportable	Risque important d'incendie Nombre de passages Autonomie faible

Ces techniques sont à réserver pour le traitement ponctuel (recouvrement inférieur à 50%) de zones imperméables (surfaces à joints, bétonnées ou les enrobés).

Désherbage thermique par infrarouge

PRINCIPE GÉNÉRAL

Dans ce système la flamme des brûleurs est dirigée vers une surface en métal ou en céramique, qui devient alors source de chaleur en rayonnant dans l'infrarouge. La partie aérienne de la plante est soumise à ce choc thermique (800°C à 1000°C). Les protéines végétales coagulent, la chaleur (dès 70°C) cause l'expansion du liquide intracellulaire et l'éclatement des cellules végétales de la plante. La plante se dessèche et meurt au bout de quelques heures.

Dans les désherbeurs thermiques par infrarouge, on distingue notamment les modèles poussés par l'utilisateur et les dispositifs tractés.

DESCRIPTION DU MATERIEL

	Désherbeurs par infrarouge : modèles poussés	Désherbeurs par infrarouge modèles tractés
Illustrations		
Matériel	Chariot équipé d'un support pour la bouteille de gaz et d'un carter alvéolé d'une largeur de 25 à 75 cm.	Outil tracté munis de support de fixation des bouteilles de gaz et d'un carter alvéolé d'une largeur de 1 à 2 m.
Transport	Le matériel est transportable de site en site avec un véhicule utilitaire léger (type Renault Kangoo) ou une remorque mais nécessite des rampes pour le déchargement.	Le matériel est déplaçable de site en site avec le tracteur.

CARACTÉRISTIQUES

Rendement	250 à 1 200 m²/h (selon la largeur de travail du matériel)	1 500 à 2 000 m²/h
Vitesse de travail	+/- 2 km/h	+/- 2 km/h
Consommable	Bouteille propane (rarement butane) de 5 ou 13 kg de gaz (soit un poids total bouteille de 12,5 ou 27,5kg)	Bouteille propane (rarement butane) de 45 litres
Consommation	1 à 6 kg/heure	7 kg/heure
Coût du consommable	30 € TTC pour la charge de gaz en propane ou butane d'une bouteille de 13kg (prix indicatif hors consigne de la bouteille)	30 € TTC pour la charge de gaz en propane ou butane d'une bouteille de 13kg (prix indicatif hors consigne de la bouteille)
Coût du matériel	1 000 à 3 000 € HT	4 000 à 8 000 € HT
Nombre de passages annuels	4 à 6	4 à 6

MISE EN ŒUVRE ET CONDITIONS D'APPLICATION

Surfaces perméables		Surfaces imperméables	
		Enrobés	x
		Surfaces à joints (pavés, briques, pierres, …)	x
Surfaces gravillonnées stabilisés	x	Surfaces bétonnées	x

				Remarques
X	X		Faible à modéré	Efficacité meilleure sur sol sec. Il faut être vigilant sur les risques d'incendie notamment durant les périodes de sécheresse ou de grandes chaleurs

MODE D'EMPLOI ET PRÉCAUTIONS D'USAGE

Mode d'emploi	Précautions d'usage
Passage du carter sur la plante avec une durée d'exposition de 1 seconde minimum. Inutile de brûler la plante avec une exposition longue. C'est une perte de temps et d'énergie ! Pour tester l'efficacité de l'opération presser une feuille entre deux doigts, une empreinte doit apparaitre. La plante donne généralement l'impression de faner et fonce au bout d'1/4 heure. Au bout de 2-3 jours, la plante est complétement desséchée.	1. Se référer à la notice d'utilisation et d'entretien du matériel. Celle-ci donne des informations sur la façon d'allumer l'appareil, les réglages de pression à réaliser et les vérifications (état des tuyaux et sertissages) à faire au préalable, les consignes à respecter lors de son utilisation, l'entretien à réaliser sur le matériel (changement des flexibles, nettoyage des brûleurs, etc.)... 2. Etre vigilant sur les risques d'incendie notamment durant les périodes de sécheresse ou de grandes chaleurs et s'équiper d'un extincteur. 3. Ne pas utiliser l'appareil lorsque le vent est important. 4. Bien baliser la zone de traitement pour en interdire l'accès. 5. Respecter les exigences du plan de prévention (port des équipements de protection individuel appropriés, signalisation, etc…)

EVALUATION GÉNÉRALE ET PRÉCONISATION D'UTILISATION POUR L'ENTRETIEN DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL

+	-
Investissement modéré Utilisation simple et immédiate Facilement transportable	Risque important d'incendie Nombre de passages important Autonomie faible

Ces techniques sont à réserver pour le traitement des zones imperméables (surfaces à joints, bétonnées) sur un sol parfaitement plat, supportant des chaleurs très élevées. Ces techniques sont fortement consommatrices de gaz. Lors de l'utilisation, le risque d'incendie est élevé.

PRÉCONISATIONS POUR L'ENTRETIEN DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL

Efficace, original et écologique, l'éco-pâturage constitue un outil de gestion et d'entretien privilégié des espaces naturels et semi-naturels qu'il convient de développer en bord de voie d'eau. Il nécessite néanmoins une forte attention dans sa mise en place et dans son suivi.
Le pâturage itinérant de moutons ou chèvres avec un berger semble une bonne solution en bord de voie d'eau, si les surfaces mises à disposition sont suffisantes pour satisfaire les besoins alimentaires du troupeau. Ce mode d'intervention permet d'éviter les clôtures et de limiter la présence des moutons ou chèvres sur les parcelles tout en répondant aux besoins d'entretien. Il est généralement préconisé de débuter avec un faible chargement et de l'augmenter ou non en fonction des résultats obtenus. Pour éviter tout impact négatif sur la faune et la flore, il est conseillé de réaliser un diagnostic écologique préalable (par un conservatoire botanique, un bureau d'étude, une association naturaliste, etc…) des zones à pâturer et d'assurer un suivi de l'évolution de la végétation pour adapter le chargement au besoin. Une opération de pâturage doit tenir compte du particularisme de chaque site. Les modalités, la durée et la période de pâturage sont à fixer par le gestionnaire avec le berger/éleveur. Une communication autour des opérations est souhaitable, même si la pratique est généralement bien perçue par le public.

Eco-pâturage

PRINCIPE GÉNÉRAL

L'éco-pâturage est une pratique ancestrale en adéquation avec le contexte actuel. Au cœur des préoccupations environnementales, l'éco-pâturage, que l'on peut aussi appeler aussi éco-pastoralisme, est un mode de gestion alternatif des paysages et espaces verts qui connait actuellement un fort développement. Cette pratique qui complète le panel de solutions dont disposent les gestionnaires d'espaces verts, vise à faire paître des animaux rustiques pour conserver et entretenir des espaces naturels, sans utiliser d'engins mécaniques ou d'herbicides. Les gestionnaires d'espaces naturels ont pris peu à peu conscience du rôle des grands herbivores dans la dynamique végétale des milieux et l'intérêt de leur utilisation pour gérer les écosystèmes.

Le pâturage est utilisé en France dans de nombreux milieux très différents, tels que les landes, les prairies, les pelouses calcaires, etc., avec des animaux variés :

- des moutons, brebis (ovins) ;
- des chevaux, poneys, ânes (équins) ;
- des vaches, des bœufs (bovins) ;
- des chèvres (caprins).

Cette pratique s'est développée dans certains espaces naturels urbains ou périurbains comme d'anciennes zones de loisirs, des plans d'eau artificiels, des chemins de halage, etc.

TYPES DE PRATIQUE

Pâturage extensif

Un pâturage est défini comme « extensif » sur un site si le fourrage utilisé, soit la matière fraîche végétale prélevée par le bétail, est inférieure à sa production. Il se traduit par un nombre de bêtes réduit par rapport à la surface pâturée, on parle alors de faible charge en bétail. Il peut être continu, maintenu toute l'année sur un même site, ou périodique (effectué du printemps à l'automne par exemple, pour rentrer les animaux durant l'hiver). Le pâturage extensif permet souvent d'augmenter la richesse floristique des sites où il est mené. Il convient pour un entretien régulier de la végétation.

Pâturage intensif

Dans le cas d'un pâturage dit « intensif », le nombre d'animaux est important par rapport à la surface pâturée. Les modifications sont rapides sur la végétation, mais la flore est bien souvent banalisée. Le pâturage intensif convient plus pour accompagner des travaux de restauration, par exemple après un débroussaillage des zones fortement envahies par les ligneux.

MISE EN ŒUVRE

Choix des animaux

Le choix doit se faire en fonction de la végétation que l'on souhaite entretenir, des effets que l'on recherche, des caractéristiques de l'animal et du terrain. Le tableau suivant synthétise les principales caractéristiques ainsi que les avantages et inconvénients que présentent les différents animaux utilisés couramment dans le pâturage.

	Moutons (ovins)	Chèvres (caprins)	Chevaux, poneys, ânes (équins)	Bœufs et vaches (bovins)
Alimentation	Herbacées, graminées	Régime varié avec feuilles et brindilles des arbres et arbustes. Abroutissement des jeunes pousses de ligneux	Abroutissement des écorces et des jeunes pousses de ligneux. Consommation préférentielle des graminées Consommation efficace des chardons dans le cas des ânes	Régime varié Consommation préférentielles des herbes hautes
	Plus sélectif pour l'alimentation ← Moins sélectif			
Surface	Indifférent. Les moutons peuvent convenir sur des petites surfaces.	Indifférent. Les chèvres peuvent convenir sur des petites surfaces.	Grande surface pour éviter le surpâturage	Grande surface pour éviter le surpâturage
Humidité	La plupart des races sont sensibles à l'humidité. Ils sont appropriés sur des terrains peu humides à secs.	Elles sont appropriées sur des terrains peu humides à secs.	Certaines races rustiques adaptées aux zones humides.	Plusieurs races rustiques adaptées aux zones humides.
Pente	Sur les terrains plats comme ceux présentant une forte pente.	Sur les terrains plats comme ceux présentant une forte pente.	Plutôt des terrains plats ou légèrement en pente.	Plutôt des terrains plats ou légèrement en pente.
+	Création d'un couvert herbacée ras Faible piétinement du sol Adaptés pour les terrains en pente (ex. talus).	Faible piétinement du sol Très agiles et adaptés pour les terrains en pente (ex. talus) Bonne pénétration sur des zones embroussaillées.	Création d'un couvert herbacée ras Pression au sol modérée pour les poneys et les ânes.	Petite sélectivité alimentaire Bonne pénétration sur des zones embroussaillées.
-	Grande sélectivité alimentaire (zone de refus pouvant être importante) Pas de pénétration en profondeur des zones embroussaillées. Sensible aux maladies	Ne s'intéresse pas préférentiellement au tapis herbacé Difficile à manipuler et opportuniste	Sélectivité alimentaire parfois importante (zone de refus) Piétinement important pour les chevaux Déjections importantes	Piétinement du terrain Déjections importantes

Pour entretenir les abords des chemins de halages et les talus enherbés, les moutons et les chèvres sont bien adaptés. Agiles, ils ou elles s'adaptent aux terrains en pente. Leur piétinement ne cause pas de profondes altérations du sol. Les zones de refus devront être fauchées en complément à l'aide d'une débroussailleuse par exemple.

De nombreux gestionnaires de milieux naturels, dont la majeure partie fait appel aux éleveurs locaux, optent pour des races rustiques. Ces races anciennes ont une forte adaptation à leur territoire d'origine, elles sont plus résistantes que leurs cousines utilisées actuellement pour la production intensive : elles sont notamment plus résistantes aux aléas climatiques et aux maladies, plus tolérantes à un fourrage « grossier » de moins bonne qualité, etc… En choisissant ces races rustiques, on contribue également à leur préservation.

Définition de la charge en bétail

La charge de bétail correspond au nombre d'animaux que l'on va placer sur un terrain de surface donnée pendant un temps donné. Ce facteur est un des paramètres essentiels à définir préalablement si l'on souhaite réaliser un pâturage optimal pour la biodiversité.
Le calcul de la charge de bétail se base sur une unité appelée « Unité de Gros Bétail » ou UGB. L'unité de gros bétail (UGB) est une unité employée pour pouvoir comparer des effectifs d'animaux, d'espèces ou de catégories différentes. On définit des équivalences basées sur les besoins alimentaires des animaux. Par définition, une vache de 600 kg produisant 3000 litres de lait par an équivaut à 1 UGB. En comparaison à cette référence, on peut citer quelques équivalences, pour d'autres espèces comme :

- Un bovin de 2 ans et plus équivaut à 1 UGB ;
- Un bovin de 6 mois à 2 ans équivaut à 0,6 UGB ;
- Un bovin de 0 à 6 mois équivaut à 0,4 UGB ;
- Un cheval de plus de 6 mois équivaut à 1 UGB ;
- Un mouton ou une chèvre de plus de 6 mois équivaut à 0,15 UGB.

La formule permettant de déterminer le nombre idéal d'animaux sur une parcelle est :

$$\textit{Nombre d'animaux} = \frac{(\textit{Charge/ha/an} \times \textit{Surface})}{\textit{UGB}} \times \frac{365}{\textit{Nombre de jours de pâturage}}$$

avec :

- *Nombre d'animaux* = un chiffre correspondant au nombre d'animaux mis sur la parcelle/zone pâturée ;
- *Charge/ha/an* = une valeur de référence définie pour rester
- *Surface* = la valeur en hectare du terrain pâturé ;
- *UGB* = la valeur associée à l'espèce et la catégorie utilisée pour pâturer ;
- *Nombre de jours de pâturage* = la durée pendant laquelle le terrain est pâturé.

La valeur de référence la plus souvent utilisée pour la charge/ha.an est de **0,5 UGB/ha/an pour les terrains secs dans le cas d'un pâturage extensif.**

La formule peut être utilisée pour calculer une autre donnée inconnue. Par exemple, lorsque le nombre d'animaux est connu, vous pouvez alors calculer la surface idéale pour réaliser un pâturage extensif.

Choix des périodes et durées

Les périodes et durées de pâturage à choisir dépendent de nombreux facteurs, à la fois des animaux, des conditions du milieu selon les saisons, de l'état de la végétation, du cycle des espèces végétales, et des objectifs fixés. Idéalement, l'éco-pâturage doit être réalisé entre début juillet et avant la fin du mois d'octobre, afin d'éviter aux espèces végétales et animales une trop forte perturbation dans leur cycle de reproduction.

Modalités de réalisation

Le pâturage peut être itinérant (le berger conduit le troupeau selon un trajet), en rotation (avec clôtures mobiles ou fixes) ou continu (sur un même site durant toute l'année).
Selon les objectifs fixés (niveau d'entretien souhaité, objectifs écologiques, …), les contraintes de sécurité, éventuellement économiques, le gestionnaire établit en concertation avec l'éleveur les modalités de pâturage.